Chinese Agron. J. 7 : 193-201 (1997)
Chinese Society of Agronomy © 1997

近紅外光分析技術及冷鹼糊化法分析米粒成份可行性之研究

吳永培[1,2] 謝兆樞[1] 陳一心[2] 黃懿秦[1]

[1]國立台灣大學農藝系
[2]嘉義農業試驗分所

摘要：本研究選用嘉義分所保存171個水稻品種（系）為材料，其中包括151個日本型，20個印度型水稻，以Bran +Luebbe公司製造之InfraAlyzer 450型之近紅外光分析儀(near infrared reflectance spectroscopy, NIRS)進行水稻米粒品質成份的定量分析，結果發現NIRS建立之直鏈澱粉、粗蛋白、水分、灰分等四條檢量線的R^2值均達0.95以上，尤其粗蛋白與水分兩檢量線的R^2值更高達0.99，可見檢量線預測值與傳統化學分析值相差小，顯示這些檢量線已具實用價值。此外，以冷鹼糊化法將糙米以半粒、單粒方式，在不經磨粉及加熱過程的處理，而直接以1.8N的NaOH膠化米粒20小時以上的分析中，結果發現分析重複間之標準機差稍大(±0.33~1.81)外，其結果與一般常用Juliano's法分析值的相關係數達0.98以上，由於此種分析方式可節省樣品磨粉或碾白、加熱等程序，且樣品秤量所需時間亦縮短，因此在以直鏈澱粉為選拔目標性狀的育種過程中，因須分析大量雜交後代，此種簡便且縮短分析時間的方式，應頗具實用價值。

關鍵詞：近紅外光分析技術、冷鹼糊化法、稻米品質成份、水分、灰分、粗蛋白、直鏈澱粉。

Availability of Near Infrared Reflectance Spectroscopy and Cold Alkali Solution method for determining the chemical components in rice

Yong-Pei Wu[1,2], Jaw-Shu Hsieh[1] Yi-Sin Chen[2], and Yih-Ching Huang[1]
[1]Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Republic of China.
[2]Chia-Yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chai-Yi, Taiwan, Republic of China

Abstract. 171 rice cultivars (151 japonica type and 20 indica type) were available for this study by the courtesy of Chai-Yi Agricultural Experiment Station, TARI. Two objectives of this study were to determine the moisture, crude protein, ash and amylose content by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) and to determine the amylose content of half or

single seed by cold alkali solution method (CAS).

It was found that the content of moisture, crude protein, ash and amylose can be measured by the NIRS technique, the R^2 values of the four calibration lines were all higher than 0.95. These results showed that the NIRS could be a very useful tool to determine rapidly the four quality consitutents with a mass of sample in rice breeding program .

Using the CAS method to analyze the amylose content of half or a single brown rice kernel without powdering the grains and skipping the heating procedures, the kernels were gelatinzed by 1.8N NaOH solution for about twenty hours and then analyzed by Alpkem AutoAnalyzer. It was found that the standard errors of the CAS were somewhat larger in some varieties (range: ±0.33~1.81). but because this method for determining the amylose content is simple and quick in sample preparation, it might be a potential method when amylose content as the selection criterion in a rice breeding program.

Keywords: Near infrared reflectance spectroscopy, cold alkali solution method, rice quality, moisture, crude protein, ash, amylose

前 言

米食味因物化特性不同而異，其中與化學性質有關連者有：水分、蛋白質、水溶性蛋白質、無機成分、游離胺基酸、直鏈澱粉、脂肪、脂肪酸、有機酸、抽出物酸度等18項會影響食味好壞(Chikubu et al. 1983)，其中以直鏈性澱粉及蛋白質與食味之關係最爲密切(Liu et al. 1988)。省產稻米以食用爲主，因此育成食味好的品種，便成爲當前本省水稻育種主要目標之一，唯目前本省水稻育種選拔係依譜系法進行，於早期世代篩選產量與株型表現優良之單株，由於未針對與食味相關性狀選拔及檢定雜交後代，所以在選拔時，若未選到良質材料，將來便無法育成良質品種。故若能在龐大雜交後代集團中，針對品質特性選拔，對良質米選育效率的提升應有所助益，然食味好壞之評估所需之樣品量頗多，在早期世代時由於樣品量少而無法進行，因此可利用與食味關係密切之理化特性如直鏈澱粉及蛋白質含量高低先進行間接選拔，然後在後期世代再行少數優良品系食味品評與選拔似爲一較可行的途徑。唯利用品質特性代替食味之間接選拔，其性狀的檢定方式需符合準確、簡易及快速等特性，如此方能對雜交後代品質良劣提供一客觀依據，也才能對大量的雜交後代作有效、迅速的篩選。但以一般傳統化學分析法分析品質特性費時費工，且實際執行上亦相當困難，因此實需發展出快速、準確及簡易分析方法，如此方能加速品質良劣之判定，進而提高良質米選育之效率。

近年來由於近紅外光分析儀(near infrared reflectance spectroscopy, NIRS)的應用漸趨成熟。在水稻(Delwiche et al. 1995, Kasahara 1996, Villareal et al. 1994)、甘藷(Wu et al. 1995)、毛豆(Tsou and Hong 1991)、玉米、小麥 及食品加工等產品分析上(Williams and Norris 1987)，均已利用近紅外光分析技術進行各項成分分析，且由於儀器分析的速度及準確度均有相當的提升，支援的相關專業軟體亦已陸續開發完成，使得此種分析方法應用範圍逐漸擴大。尤其水稻直鏈澱粉的分析目前已有利用穿透式近紅光分析儀(near infrared transmittance spectroscopy, NITS)建立檢量線者，其分析頗具準確性(Delwiche et al. 1995, Villareal et al. 1994)。由於NIRS在完成各項成分檢量線製作後，其粉末

樣品可經一次分析，便可得到數種成分的分析資料，即經測定光譜後，將各波長光譜吸收值（log (1/R)，R爲各波長的反射值），輸入所建立之檢量線中，在數十秒鐘內便可同時完成數種成分的測定，因此分析相當快速且操作簡易，較之傳統化學分析法效益宏大，爲值得進一步研發的分析技術。目前國內在NIRS方面的研究，尙未見普遍利用，或有利用者僅限分析1~2個成分而已，爲因應良質米育種過程中品質成分分析上的需要，改良分析之效率，本研究乃針對近紅外光分析法應用於成分分析之可行性進行探討。

利用近紅外光分析技術分析直鏈澱粉含量時所需之白米粉末量約須 8 克以上，因此當樣品量少時便無法應用，一般多採用自動化學分析儀進行分析（所需樣品量在0.1克以下），然以自動化學分析儀分析係以白米粉末爲材料，樣品需經碾白、磨粉等程序，在樣品的調製及秤量上需花費相當的時間及人力。因此在分析大量雜交後代直鏈澱粉時，較難有效的被利用。由於最近白米直鏈澱粉單粒分析法已發展成功，且用於水稻直鏈澱粉遺傳模式的探討(Kuo et al. 1996, Kumar et al. 1987, Kumar and Khush 1988)，唯分析樣品的調製與秤量上仍頗費時費工，爲簡化及改進樣品調製上的問題，進而縮短分析所需的時間，使其適用於大量雜交後代分析檢定用，本研究乃嚐試以冷鹼糊化法(cold alkali solution method)直接糊化糙米材料，即穀粒碾糙後，不經碾白、磨粉及加熱等程序，直接以較高濃度氫氧化鈉溶液(1.8 N)膠化半粒或單粒糙米，以糊化所得樣品液用自動化學分析儀分析直鏈澱粉含量，並與以白米粉末分析的結果間相比較，了解兩者的差異情形，若兩者分析結果差異不大，便可以此種簡易且需時較少的樣品調製方式，應用於大量雜交後代之直鏈澱粉含量的分析上。

材料與方法

一、近紅外光分析法

材料：以嘉義分所83年一期作及二期作品種保存圃之水稻品種（系）共171個（其中包括151日本型，20個印度型水稻爲材料，其中灰分與直鏈澱粉分析所用之材料，均爲稉型稻品種（系），但由於直鏈澱粉分析所用材料，在現行栽培品種（系）中並無極低直鏈澱粉含量的種源，因此乃取台中糯70號、台稉糯 1 號及台稉糯 3 號等品種之白米粉末，隨機與其他樣品混合調製成極低直鏈澱粉樣品。至於粗蛋白的分析時，由於秈稻的粗蛋白含量通常較高，因此分析樣品中亦包含20個秈稻品種，藉以擴大檢量線的變異範圍。所用白米粉末樣品係穀粒經自然乾燥後，取約40克的稻穀碾成糙米，再將糙米加以碾白與磨粉所得，而爲了讓粉末樣品的粒子大小均勻一致，減少因粉末大小不一所造成的誤差，白米粉末並以60 mesh篩網加以過篩；過篩後白米粉末並以60°C的烘箱調整水份至14±0.2%，爾後置於4°C冷藏櫃中備用。水份分析所使用之樣品係取已推廣之栽培品種如台農67號、台農70號、台農72號等 8 個品種的稻穀 2 公斤，於60°C的烘箱中烘製，每隔10分鐘取樣一次，直至水份含量至7%左右。

分析步驟：將兩期作所蒐集之樣品逢機分成兩群，即分成第一群及第二群，兩群樣品分別經近紅外光分析儀(InfraAlyzer 450, Bran +Luebbe Company)測定光譜後，以儀器專用軟體中之PICKs功能分別挑選光譜上有差異的樣品（第一群挑出之樣品以A群表示之，第二群挑出者以B群表示之），將獲選之A及B群樣品分別建立光譜檔案（A檔案及B檔案）後，兩群樣品隨即進行各項成分的化學分析，各項化學成分分析值分別輸入所建立的檔案中，以A檔案結果進行檢量線製作（一般

A組合樣品數需較B組合為多），而B檔案的結果作為檢量線校正。

而為了解所建立檢量線是否能準確預測各化學成分含量，除利用R^2值、標準機差(SEP)及樣品分布等來判斷外，另利用B組樣品各化學成分的標準機差(standard deviation)與NIRS預測結果的標準機差(SEP)的比值(RPD)作為判斷檢量線好壞之參考，即當RPD ratio > 10為極好，介於7~10間為非常好，介於5~7間為好，介於3~5間為普通，比值 < 3時為差。

化學法分析項目：

直鏈澱粉：仿Juliano (1985)法，以自動化學分析儀(AutoAnalyzer, Alpkem Company)分析。

粗蛋白：採用semimicro Kjeldal法(A.O.A.C. 1984)分析。

水分：秤 2 克米粉於120°C烘箱乾燥 4 小時後，秤量烘乾前之米粉重量與乾燥後所得米粉重量之差異即所含水分重量，並以水分重量與原米粉重量之比值表示之(%)。

灰分：秤 3 克米粉於550°C灰化爐中灰化 3 小時後所剩之重量(A.O.A.C. 1984)。

直鏈澱粉、粗蛋白及灰分含量百分比皆以粉末乾重為基礎加以換算，而粉末乾重係原粉末重量扣除其水分含量後所得之乾粉末重，水份含量的測定則採本次實驗完成之NIRS水份檢量線測定之。各項成分的化學分析每樣品均重複二次，以兩次分析之平均值作為成分含量值，但若重複間分析值的差異過大時，則再分析一次，取較接近的二次分析值的平均值作為成分含量值。

二、冷鹼糊化法

本試驗以嘉義分所及台中改良場所生產13個水稻品種為材料，各品種取15克之稻穀碾成糙米後，以糙米作為冷鹼糊化法分析用樣品，即半粒或單粒糙米以1.8 N NaOH溶液處理後，所得樣品液直接用於直鏈澱粉含量分析。本方法在糙米半粒分析時，係先挑取完整糙米米粒，利用解剖刀將糙米對切成兩個半粒後，未帶胚的半粒糙米經精確秤重後，置於10ml試管中，加入0.1ml 95%酒精濕潤米粒約20分鐘，再加入0.5ml 1.8N NaOH，蓋上試管蓋置於35°C的烘箱中糊化20小時以上，糊化後取出試管，利用小型振盪器充份振盪，促使米粒完全溶解，加入蒸餾水定量至10ml，以此樣品液利用自動化學分析儀(Autoanalyzer, Alpkem Company)分析直鏈澱粉含量。分析所得再依糙米重量換算成直鏈澱粉百分比(%)。糙米單粒分析方式則與半粒分析者相似，唯係取整粒糙米進行分析，並以倍量的試藥加以處理。在半粒及單粒分析每品種均重複分析10次，冷鹼糊化分析後所餘糙米樣品進行碾白、磨粉後，秤取0.1克的白米粉末，仿Juliano (1985)法，以1N NaOH溶液膠化樣品，所得樣品液亦利用自動化學分析儀分析直鏈澱粉，每品種重複分析兩次，以兩次分析值的平均值作為冷鹼糊化法分析結果的對照。

結果與討論

成分檢量線之製作

本研究針對與米飯食味有密切關係之成分，諸如水分、灰分、粗蛋白質與直鏈澱粉等四項成份進行檢量線製作，所有樣品在經近紅外光分析儀測定吸收光譜後，隨後即進行各項成分的傳統化學分析，其化學分析值經輸入電腦後，以各波長光譜吸收值之換算值log (1/R)對化學分析值進行逐步迴歸分析，在經逐步迴歸分析挑選最佳迴歸方程式後，結果發現水分、粗蛋白、直鏈澱粉和灰分等四項成分所得的分析中，水分在使用 3 個波長的逐步迴歸分析中，以使用波長1818，1940，2208的檢量線，其R^2值便達0.99，為最佳檢量線；而粗蛋白在

使用 6 個波長之分析中，其檢量線以使用波長1734, 1759, 1940, 2230, 2270, 2310爲最佳迴歸方程式，其R^2值可達0.99；而灰分需使用 8 個波長的方程式，即使用1734, 1759 2100, 2190. 2208. 2230. 2270. 2310，其R^2值方可達0.99；至於直鏈澱粉在用了 6 個波長建立檢量線時，其R^2值可達0.96左右（表1）。

由於各檢量線的R^2值則均在0.96以上，且水份、粗蛋白及灰分等三條檢量線涵蓋的成分變異範圍已頗廣，水份在7.03~15.01%，粗蛋白在4.94~11.06%，灰分在3.58~10.2%（表1），顯示建立之三條檢量線已具有相當的代表性，且由於標準機差均在0.25以下，可見利用近紅外光分析進行之預測結果準確性頗佳。然直鏈澱粉之檢量線其含量介於9.02~21.9%，標準機差爲1.11，此顯示 近紅外光分析法在直鏈澱粉的分析變異性較大，預測能力較水分、粗蛋白及灰分三者差，且因僅利用稉稻品種作爲材料，所涵蓋的變異範圍大都在低直鏈澱粉範圍內，因此檢量線將來並不適合用於高與中等直鏈澱粉材料測定用，至於是否可直接將高與中等直鏈澱粉材料納入檢量線中，藉以增加檢量線所涵蓋成分變異範圍，擴大將來檢量線可測定的成分範圍，仍有待進一步探討。唯由國外學者(Delwiche *et al.* 1995; Villareal *et al.* 1994)利用連續波長型的近紅外光分析儀建立之直鏈澱粉檢量線觀之，其所涵蓋直鏈澱粉的變異範圍包含了高及中直鏈澱粉含量者，且分析的準確度亦相當高（R^2值在0.92以上），顯示增加高及中直鏈澱粉樣品於本實驗所建立之檢量線中，應爲一可行方式。再者，本試驗所得直鏈澱粉檢量線分析的標準機差(SEC)稍大，究其原因則可能因化學分析時直鏈澱粉與碘液呈色時會有不穩定的現象(Juliano 1985)，因此可能是化學分析準確度之因素造成所建立檢量線的分析精確度較差，使標準機差無法有效降低；另一原因亦有可能是直鏈澱粉係一分子結構複雜的化合物，且常與米粒其它成分相互結合，NIRS分析時其吸收光譜會受干擾，而造成預測的誤差，使得檢量線分析精確度較差。唯由於此檢量線的R^2值已頗高，因此仍於檢量線校正中使用之。

成分檢量線的校正

檢量線建立後需經另一組樣品（B組）加以校正，校正時若檢量線若偏歪或截距不等於0時，則進行校正(Bias and skew correction)，如此則可了解所建立之檢量線是否具有實用價值，而利用B組樣品對檢量線進行校正的結果如表 2 所示，水份、粗蛋白、灰分及直鏈澱粉等四項成分實測值與預測值間的相關係數值均高達0.95以上，且NIRS與化學法兩分析值間差異的機差(SEP)除直鏈澱粉（機差0.99）外，其他三種成分的機差均在0.30以下，已相當小，可見NIRS對此四種成份測定的準確性應相當不錯，此四條檢量線應已具實際應用價值。而若利用B組的資料計算出RPD ratio判斷檢量線好

Table 1. The prediction statistics of calibration equations for four constituents of rice by NIRS

Constitutent	No. of Filter	Content range (%)	R^2 of calibration curve	SEC of calibration calibration
Moisture	3	7.03~15.01	0.99(57)	0.25
Crude protein	6	4.94~11.06	0.99 (84)	0.18
Ash	8	3.58~10.20	0.99(41)	0.25
Amylose	6	9.02~21.90	0.96(51)	1.11

1.N=Number of rice varieties.

2.SEC=standard error of calibration.

Table 2. The statistics of regression equations for four constituents of rice by NIRS

Constitutent	Wavelength (nm)	Correlation coefficient(N1)	SEP2 of calibration cuvre test
Moisture	1818,1940,2208	0.99 (N*=36)	0.30
Crude protein	1734 ,1759 ,1940 ,2230 , 2270, 2310	0.99 (N=87)	0.19
Ash	1734 ,1759 ,2100 ,2190 , 2208, 2230 ,2270,231	0.97 (N=30)	0.25
Amylose	1445, 1982, 2100,21392190,2270	0.95 (N=47)	0.99

1.The same as table 1. 2.SEP=standard error of prediction.

壞時，如果發現水分的PRD ratio爲6.1；粗蛋白爲6.5；灰分爲：3.9；直鏈澱粉爲3.1，顯示檢量線對水分及粗蛋白兩成分的預測能力良好，但對灰分及直鏈澱粉成分的預測能力則屬普通。

此外，建立檢量線會受樣品在各成分變異圍的分布數量的影響，即各成分不同含量的樣品數量應儘量接近，建立之檢量線才不會有所偏離。然就校正用的樣品而言，雖所需樣品數通常可較少，但樣品在各成分的變異分布亦須儘可能與A群者相近，如此的樣品組才適合建立及校正檢量線。本研究A群樣品分布與B群樣品相似（資料未列出），故將B組樣品各成分之NIRS預測值與化學分析值間進行簡單迴歸分析並繪圖加以檢視樣品成分分佈，結果發現水分NIRS預測值與化學分析值間相關係數爲0.99，兩者關係式爲Y（NIRS預測值）＝0.0623+1.0006X（化學分析值），所使用之樣品在各種水分含量的數量分布相當均勻，且各樣品點至與迴歸線之距離小（圖1），可見校正檢量線之樣品取樣上並無偏差，且兩種方法之分析值間的結果也十分接近，顯示NIRS分析技術對水分含量上的預測能力相當好，將來可以所建立之NIRS檢量線代替化學分析方法進行水分分析，以減少分析所需花費的時間及人力。

由圖２得知在蛋白質的分析中，NIRS預測值與化學分析值間之相關係數亦高達0.99，兩者間的關係式爲Y（NIRS預測值）＝0.4238+0.9316X

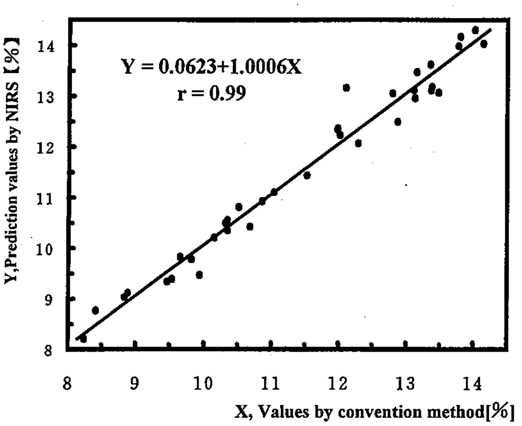

Fig 1. Regression of predicted values by NIRS on the observed values by conventional method for moisture content of milled rice.

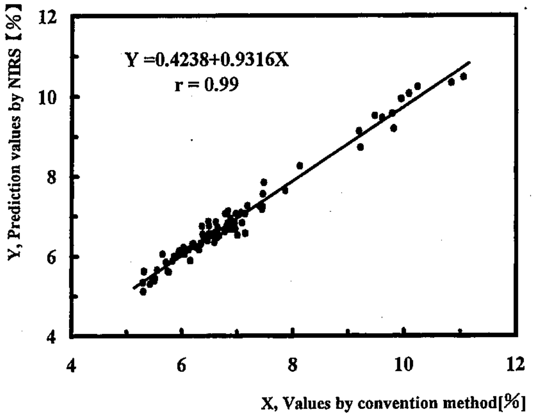

Fig 2. Regression of predicted values by NIRS on the observed values by conventional method for protein content of milled rice.

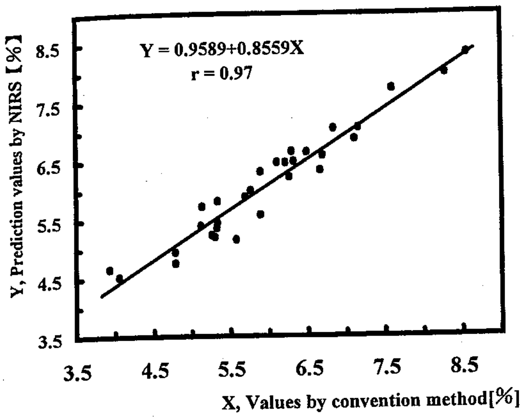

Fig 3. Regression of predicted values by NIRS on the observed values by convention method for ash content of milled rice.

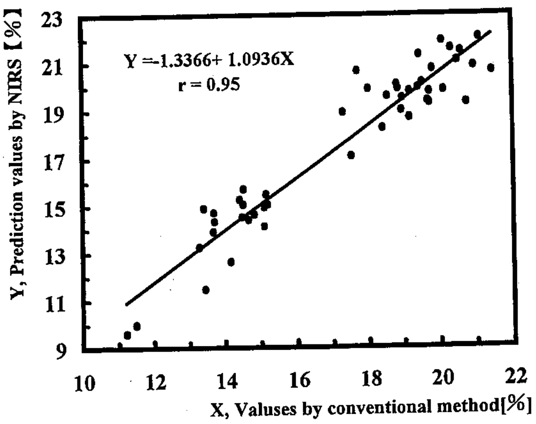

Fig 4. Regressin of predicted values by NIRS on the observed values by conventional for apparent amylose content of milled rice.

（化學分析值），然就樣品分布來看，高粗蛋白含量之樣品數較少，所有樣品大都在7%以下，可見在蒐集樣品時，高粗蛋白者蒐集較少，不過由於樣品點與迴歸線吻合程度良好，NIRS與化學法兩者分析值間的標準機差僅0.19而已（表2），可見其樣品的分布影響不大，因此所建立之 檢量線亦具實用價值。

由圖3得知在灰分的分析中，NIRS預測值與化學分析值間之相關係數達0.97，兩者間的關係式為Y（NIRS預測值）＝0.9589+0.8559X（化學分析值）。灰分與水分分析的結果相似，即不同灰分含量的樣品數量分布相當均勻，且兩種分析法的結果亦相當接近，顯示NIRS對灰分的預測能力不錯，唯理論上NIRS不具有測定無機成分的功能，但實驗結果顯示此法在測定稻米灰分含量上有不錯的準確性(r=0.97)，此現象在甘藷(Wu et al. 1995)、小麥(Iwamoto et al. 1986)、毛豆(Tsou 1991)及飼料(Clark et al. 1989)的分析中均曾發現，此一結果的解釋由於目前尚無報告指出原因，故仍須進一步研究。

又由圖 4 知在直鏈澱粉檢量線的校正方面，其NIRS預測值與化學分析值間之相關係數達0.95，標準機差為0.99，兩者間的關係式為Y（NIRS預測值）＝1.3366+1.0936X（化學分析值），然所用樣品（A群及B群）直鏈澱粉含量的分佈數量較不均勻，此乃因所用材料多係稉稻品種（系），直鏈澱粉的變異範圍較小之故，而利用糯性水稻與非糯性的白米混合所形成的樣品大都位於14%以下，通常此類樣品在NIRS的分析偏差較大。所以樣品點與迴歸線偏離情形較水分、粗蛋白及灰分大，顯示NIRS對直鏈澱粉的預測能力較上述三種成分差。但與國外利用同型儀器分析結果相比較（其相關係數多在0.90以下），此檢量線之推估能力尚屬不錯，唯近來有些報告指出直鏈澱粉若利用連續性光譜型之近紅外光分析儀分析，其預測值與化學分析值間的相關係數值可達0.95~0.98以上 (Delwiche et al. 1995, Villareal et al. 1994)，因此，應可利用本次試驗的材料，以連續性光譜型的近紅外光分析儀再進行此成份檢量線的建立，找出與直鏈澱粉有關的吸收波長後，依其結果再更換InfraAlyzer 450型內之固定波長種類，如此這一機型應可達到相當於

連續性光譜型之近紅外線分析儀的分析能力。綜合上述結果本試驗所建立的檢量線均已具實用價值，因此在水稻品質育種過程進行上述四種成分選拔時，利用所建立的檢量線對雜交後代進行大量且快速的篩選應有不錯的效果。

冷鹼糊化法分析

直接冷鹼糊化的方式直接膠化米粒後，樣品液直接用自動化學分析儀分析，分析結果如表 3 所示，而白米粉末的分析仿Juliano (1985)方法，是目前分析上常採用的方式，故以此分析結果做爲對照，在利用13種不同直鏈澱粉含量的水稻品種做爲材料中，白米粉末之直鏈澱粉最高者爲台中秈 2 號，其含量爲32.4%，最低者爲NATO及新竹64號，兩者含量均爲19.5%，而與CAS法分析所得相比較，結果發現兩者對13種水稻品種的分析值相當接近，且與半粒及單粒糙米經CAS法分析所得之直鏈澱粉含量間的相關係數分別達0.985、0.989，顯示CAS法與一般採用的Juliano's法兩者分析結果相當接近。又由表 3 知在利用CAS法時，無論在以半粒分析與單粒方式上，重複間的分析值仍有些許差異存在，其中半粒法的標準機差(standard error)介於0.33~1.81，而單粒法之標準機差則介0.33~1.47，而Juliano's法分析得結果之標準機差均在0.5以下，造成此一現象可能如多位學者指出水稻不同株間、稻穗間及不同的穀粒著穗位置與發育順序(Kuo et al. 1996; Matsue et al. 1994)，其直鏈澱粉含量彼此間有差異存在，因此造成利用冷鹼糊化法在分析直鏈澱粉含量時，同一品種的多次重複分析間有較大的差異。唯半粒法與單粒法所使用之樣品不需經碾白及磨粉等程序，且秤量樣品所需花費的時間亦可較少，因此雖此種分析法的變異較大，但在短時間內需分析大量雜交後代直鏈澱粉含量的育種過程中其樣品量少時，利用此一方法仍十分有利，尤其半粒法可用於雜種F_1上之F_2種子的直鏈澱粉含量測定，在早期世代便可進行直鏈澱粉含量選拔，淘汰不良的糙米後，獲選者便可以另一含胚的半粒糙米繁殖F_2族群，因此F_2族群種植的株數便可減少許多，如此不但可節省的種植之土地及人

Table 3. Comparsion of amylose content of brown rice analyzed by cold alkali solution method and Juliano's method

Variety	Cold alkali solution method		Juliano's method
	Half-seed	Single-seed	
Tacichung Sen 17	31.0±0.77	32.4	31.4
Tacichung Sen 2	31.2±0.77	—	32.4
Tacichung Sen 10	20.4±1.81	20.1±0.80	20.1
Tainung Sen 20	21.2±0.82	—	21.8
IR 72	29.0±0.68	29.4±1.02	27.7
IR 64	28.8±0.39	28.3±0.63	29.2
DELLA	26.6±0.54	26.6±0.98	26.8
NATO	18.8±0.33	19.5±0.33	19.5
Tainung 70	20.4±1.81	19.1±1.07	20.7
Kaohsiung 140	20.3±0.57	19.8±1.40	19.5
Hsinchu 64	21.5±1.04	21.8±0.47	22.6
Chianung Sen Sel. 8	18.1±1.16	19.4±1.15	21.7
Tainung Sen 14	31.9±0.92	32.0±1.30	30.6
Correlation coefficient	0.985***	0.989***	

力，後代族群中吾人所需表現型之機率亦可大增，良質材料出現之比率亦可相對提升。

誌謝：本研究承台灣省農業試驗所嘉義分所提供水稻材料外，並悉借Bran & Lubbe 450近紅外線分析儀和Alpkem II直鏈澱粉自動化學分析儀，試驗承農委會經費補助，執行期間並蒙王技正慶一小姐及宋場長勳先生提供諸多寶貴意見，使得研究得以順利進行，特在此一併誌謝。

引用文獻

Association of Official Analytical Chemist. 1984. Official methods of analysis. 14th edition. Washington, D. C., USA.

Clark, D.H.; Cary, E.E.; Mayland, H.F. (1989) Analysis of trace elements in forages by near infrared reflectance spectroscopy. *Agron. J.* 81 (1): 91-95.

Chikubu, S., Watanabe, S., Sugimoto, T. Sakai, F. and Taniguchi, Y. (1983) Relation between palatability evaluations of cooked rice and Physicochemical properties of rice. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 30(4):333-341.

Delwiche, S. R.; Bean, M. M., Miller, R. E., Webb, B. D., Williams, P. C. (1995) Apparent amylose content of milled rice by near-infrared reflectance spectrophotometry. *Cereal chem.* 72:182-187.

Iwamoto, M., N. Kongseree, J. Uozumi and T. Suzuki. 1986. Determiination of ash content in homegrown wheat flour in Japan by near infrared diffuse refectance analysis. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 33:842-847.

Juliano, B. O. (1985) Rice: Chemistry and Technology. St. Paul, Minnesota. U. S. A. 774pp.

Kasahara, M.(1996) Special features and using methods of taste meter of rice. *J. Agric. Sci.* 51:19-22.

Kumar, I., Khush, G. S. and Juliano, B. O. (1987) Genetic analysis of waxy locus in rice (*Oryza sativa* L.) *Theor. Appl. Genet.* 73:481-488.

Kumar, I. and Khush, G. S. (1988) Inheritance of amylose content in rice (*Oryza sativa* L.) *Euphytica* 38:261-269.

Kuo, Y. Chuan., Webb, B. D. and Stansel, J. W. (1996) Genetic study on milled rice amylose content by means of single-grain amylose analysis. *J. Agric. Res. China* 45(1):1-14.

Liu, H. I., Lin, L. H., Song, S. and Hong, M. C. (1988) Rlation between palatability evaluations of cooked rice and physicochemical properties of rice. *J. Agric. Res. China* 37:177-195.

Matsue, Y., Odahara, K. and Hira, atsu, M. (1994) Differences in protein content, amylose and palatability in relation to location of grains within rice panicle. *Jpn. J. Crop Sci.* 63(2):271-277.

Tsou, S. C. S. and Hong, T. L. (1991) Compositional analysis of vegetable soybean by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Chinese Agri. Chem. Soc.* 29:26-32.

Villareal, C. Dela, N. and Juliano, B. O. (1994) Rice amylose analysis by near-infrared transmittance spectroscopy. *Cereal Chem.* 71:292-296.

Williams, P. C and Norris, K. H. (1987) Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN.

Wu, Y. P., Lai, Y. C., Lee, H. C. and Chen, Y. S.(1995) Compositional analysis of sweet potato by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Agric. Res. China* 44 (1) : 9-14

Yano, M., Okuno, K., Satoh, H. and Omura, T. (1988) Chromosomal locat-ion of genes conditioning low amylose content of endosperm starches in rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* 76:183-189.

收稿日期：86年 2 月19日

接受刊登日期：86年 5 月19日

編　　輯：盧虎生

通訊作者：吳永培〔電話：(05)2771341，傳眞：(05)2773630〕